



Universidade de Brasília

Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica

**Estudo de viabilidade de implementação da
Identificação por Radiofrequência (RFID) para
conferência de materiais no Corpo de Bombeiros
Militar do Distrito Federal**

Farlen R. Lima

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Orientador

Prof. Dr. Rafael Timóteo de Sousa Júnior

Brasília
2016



Universidade de Brasília

**Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica**

**Estudo de viabilidade de implementação da
Identificação por Radiofrequência (RFID) para
conferência de materiais no Corpo de Bombeiros
Militar do Distrito Federal**

Farlen R. Lima

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Prof. Dr. Rafael Timóteo de Sousa Júnior (Orientador)
ENE/UnB

Prof. Dr. Georges Daniel Amvame Nze Prof. MSc Fábio Lúcio Lopes de Mendonça
ENE/UnB Membro Externo

Prof. Dr. Ricardo Pezzuol Jacobi
Coordenador do Curso de Engenharia da Computação

Brasília, 05 de Dezembro de 2016

Dedicatória

À Deus primeiramente por me dar saúde, sabedoria e persistência para que eu conseguisse enfrentar todas as adversidades que surgiram ao longo desse percurso.

Dedico à minha esposa (Bruna), pelo carinho e compreensão por todos os momentos, na qual, tive que refutar de estar ao seu lado para poder estudar.

Ao meu pai e minha mãe por acreditarem nessa empreitada e me darem força e condições para alcançar meus objetivos, mesmo que para isso tivessem que deixar seus próprios planos para outro momento.

Agradecimentos

Aos meus colegas de faculdade que me apoiaram durante as dúvidas sobre os trabalhos e conteúdos.

Meus colegas de trabalho tanto da CAESB (Companhia Ambiental de Água e Esgoto de Brasília) quanto do bombeiro que sempre foram compreensíveis com minha missão dupla, trabalho e estudo.

Agradeço imensamente aos professores dessa Universidade que amam e dedicam sua vida pelo ensinamento. Em nome de todos agradeço ao meu orientador, Doutor Rafael Timóteo pela paciência e sabedoria durante a realização do meu trabalho.

Resumo

A Identificação por Rádio Frequência (RFID) vem dominando o setor de logística devido sua praticidade e rapidez no controle de bens e serviços. Por meio de uma "etiqueta personalizada" é possível criar para um objeto uma carteira de identidade, a qual pode conter diversas características a seu respeito. Este trabalho trouxe informações sobre o funcionamento e aplicação da tecnologia RFID, bem como a utilização de seus componentes. O objetivo desta pesquisa foi demonstrar os benefícios dessa tecnologia no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) visando otimizar o tempo durante a conferência de materiais, ferramentas e equipamentos. Como complemento à parte teórica, foi proposto um protótipo desenvolvido em uma placa Arduino Uno. Esta placa teve a função de coletar e transmitir as informações para um banco de dados, o que permitiu a realização de testes amostrais nos equipamentos do quartel, obtendo resultados satisfatórios.

Palavras-chave: RFID, Placa Arduino, Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Tecnologia para conferência de material, Engenharia da Computação, rádio frequência, etiqueta eletrônica, middleware.

Abstract

Radio-frequency Identification (RFID) has been dominating the logistics sector for being practical and fast in control of goods and services. By means of a "custom label", it is possible to create for an object an identity card, which may contain several feature about it. This project presented information on operation and application of RFID technology, as well as the use of its components. The objective of this research was to demonstrate the benefits of this technology to the Military Fire Department of Distrito Federal (CBMDF) in order to optimize the time during the conference of materials, tools and equipment. A prototype developed on an Arduino Uno board was proposed as a complement to the theoretical part. The role of this board was to collect and transmit the information to the database, which allowed the realization of sample tests in the equipment of the barracks, obtaining satisfactory results.

Keywords: RFID, radio frequency identification, firefighter, material conference, Tecnology, Computer engineering, middleware, tag's.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	História	2
1.1.1	Evolução	2
1.2	Objetivo Geral	4
1.3	Objetivo Específico	4
1.4	Metodologia	5
2	Tecnologia RFID	6
2.1	Descrição do Sistema RFID	6
2.1.1	TAGs RFID	7
2.1.2	Leitor	11
2.1.3	Middleware	12
2.2	Comunicação através das ondas eletromagnéticas	13
2.2.1	Faixas de Frequências Utilizadas	13
2.2.2	Processo de comunicação	13
2.3	Aplicações RFID	14
2.4	Desafios Tecnológicos	15
3	Protótipo de Sistema de Conferência de Bens por RFID	16
3.1	Especificações Técnicas	16
3.1.1	Hardware	18
3.1.2	Software	19
3.2	Avaliação Financeira	19
3.3	Manual do projeto desenvolvido	20
3.3.1	Instalação	20
3.3.2	Inicialização	20
3.3.3	Cadastro de Materiais	22
3.3.4	Cadastro de Usuários	22
3.3.5	Relatórios de Materiais	23

3.3.6 Relatórios de Usuários	24
4 Conclusão	26
4.1 Projeto para o Futuro	26
Referências	28

Lista de Figuras

2.1	Descrição do Sistema RFID.Fonte: http://www.afixgraf.com.br/rfid Acessado em 11/10/2016	7
2.2	Visão arquitetural de uma TAG	7
2.3	Exemplos de TAGs existentes no mercado.	8
2.4	Leitores RFID	12
3.1	Componentes necessários para a utilização da Identificação por Radio- frequência (RFID) Fonte: Fotografia dos itens adquiridos para o projeto . .	18
3.2	Protótipo desenvolvido	19
3.3	Tela Login	21
3.4	Tela inicial	21
3.5	Cadastro de Materiais	22
3.6	Cadastro de Usuários	23
3.7	Relatório de Materiais	24
3.8	Relatório de Materiais em PDF	24
3.9	Relatório de Usuários	25
3.10	Relatório de Usuários em PDF	25

Lista de Tabelas

1.1 Aplicações RFID	4
2.1 Diferença entre as tecnologias das TAGs passivas e ativas [16]	10
3.1 Conexão da pinagem do hardware	18
3.2 Relatório Financeiro	20

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANATEL Agência das Telecomunicações.

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

CBMDF Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

EPI Equipamento de Proteção Individual.

GBM Grupamento de Bombeiro Militar.

GPS *Global Positioning System*.

IBM *International Business Machines*.

IFF *Identify: Friend or “Foe”*.

OECD *Organisation for Economic Co-operation and Development*.

RFID Identificação por Radiofrequência.

STP Serviços e Tecnologia de Pagamentos.

TI tecnologia da informação.

UHF *Ultra High Frequency*.

USB *Universal Serial Bus*.

Capítulo 1

Introdução

O contexto atual da economia impõe que cada minuto gasto na realização de um determinado trabalho gera custos para as empresas e organizações. A demanda crescente por serviços de qualidade e precisão tem obrigado as empresas e corporações a investirem cada vez mais na competitividade por meio da tecnologia, de modo que, utilizem corretamente os recursos humanos existentes em tarefas que realmente necessitam dessa mão de obra. Neste sentido empresas vem aumentando seus investimentos em tecnologias afim de assegurar a eficiência da cadeia produtiva e de seus estoques. Estas ferramentas são consideradas de baixo custo e podem ser implementadas em pequenas ou grandes organizações, como é o caso da Identificação por Radiofrequência (RFID) (Rosa, 2006) [19].

A RFID é um sistema que transmite informações sobre determinado objeto utilizando ondas eletromagnéticas em uma faixa de rádio frequência, permitindo realizar remotamente o intercâmbio de dados, armazenamento e recuperação de informações usando um dispositivo chamado de TAG de rádio identificação. Esta faz uso de um pequeno objeto emissor que pode ser fixada a um ser vivo, incorporada ou fabricada juntamente com um produto (ZAMITH, 2008) [11].

A utilização da RFID em instituições como o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) facilitará a conferência dos diversos tipos de equipamentos existentes nos depósitos da corporação, por meio da disponibilidade em tempo real dos produtos desejados e seu local de origem. Esses dados serão armazenados em TAGs com características intrínsecas garantindo a manutenção dessas informações.

Além disso, estas possuem resistência à determinados produtos como fogo, água, poeira, óleo e outros materiais, não permitindo que interfiram no processo de leitura e assim não danificam a TAG. Portanto, segundo OECD (2007) [14], essa robustez conferida as TAGs, na qual, permite seu emprego em más condições climáticas ou em equipamentos que envolvam altas temperaturas, justifica a importância da utilização dessa tecnologia

pelo CBMDF, já que estão em contato com esses riscos frequentemente durante o serviço. Desse modo, o sistema desenvolvido busca auxiliar e facilitar o trabalho dos bombeiros, por ser simples sua manipulação e instrução, diferente dos middleware existentes no mercado.

Outro aspecto que o sistema RFID poderá ser eficaz no CBMDF é uniformizar os métodos ou sistemas de conferência de cada Grupamento de Bombeiro Militar (GBM), pois cada quartel contabiliza seus materiais de forma própria, o que torna o trabalho ineficiente, já que dificulta e retarda a checagem de todo o equipamento da corporação. Esse é mais um motivo para a realização desse projeto.

1.1 História

Segundo Filho e Scavarda (2009) [12], a primeira utilização da RFID foi durante a Segunda Guerra Mundial devido a necessidade de identificar aviões que estavam a longas distâncias no espaço aéreo como aliados ou inimigos. Os ingleses, visando o pioneirismo, desenvolveram um sistema de transponder (etiqueta eletrônica) que era inserido em suas aeronaves e denominado de *Identify: Friend or "Foe"* (IFF). O IFF estabelecia uma comunicação com a base terrestre sendo capaz de informar se o avião pertencia ao lado aliado. Esse é o mesmo sistema utilizado atualmente para o controle de tráfego aéreo.

1.1.1 Evolução

Após a Segunda Guerra Mundial, considerada como berço da RFID, iniciou-se uma grande pesquisa para desenvolver e aprimorar os estudos nesse novo ramo. Para Gomes (2007)[2], após a guerra, a RFID avançou significativamente por meio de testes em laboratórios, mas foi devido a estudos teóricos sobre o sistema e seu funcionamento na década de 1960 que ocorreu uma explosão no desenvolvimento da tecnologia na década seguinte.

Na década de setenta começaram a surgir descobertas sobre a ativação remota de dispositivos e sobre a transmissão de dados passiva. Algumas atividades comerciais foram criadas a partir desse desenvolvimento. Nessa mesma década, as empresas Sensormatic e Checkpoint atuavam na área de segurança patrimonial e desenvolveram uma aplicação que detectava a presença de TAGs RFID utilizando apenas 1-bit, ou seja, avaliavam se o objeto estava presente ou ausente, não sendo capaz de identificá-lo. Em 1970, através de laboratórios científicos, essa tecnologia antes desenvolvida por entidades governamentais foi transferida para o setor público (GOMES, 2007) [2].

Ainda nesse período, o governo dos Estados Unidos convidou o Laboratório Nacional de Los Alamos, já que haviam desenvolvido um sistema semelhante para o controle de veículos nos pedágios e de uma TAG para rastreamento de bovinos, para desenvolver um

sistema de controle de materiais nucleares. Na década seguinte surgiram novas aplicações da RFID em diversas áreas, como por exemplo, nos Estados Unidos em áreas de transporte e controle de acessos e na Europa no controle pecuário e em aplicações industriais (HECKEL, 2007) [5].

Os anos 80 ficaram marcados por várias implantações da RFID em países como Itália, França, Espanha, Portugal e Noruega, ainda sem padrões, com diversas áreas interessadas em sua utilização (FILHO; SCAVARDA, 2009) [12]. A *International Business Machines* (IBM) patenteou os sistemas de *Ultra High Frequency* (UHF) e possibilitou a leitura superior a dez metros, porém por problemas financeiros em 1990 a patente foi vendida à empresa Intermec (SANTINI, 2008) [20]. Desde então as empresas começaram a comercializar TAGs e investir em equipamentos que possibilitam um alcance cada vez maior. A partir das pesquisas realizadas, a tecnologia evoluiu e os custos diminuíram o que possibilitou a conexão dos objetos à Internet (SANTINI, 2008) [20].

No século XXI houve uma grande redução nos custos de utilização das TAGs, chegando a valores de U\$ 0,05, fato que despertou o interesse de grandes companhias de varejo e atacado. No ano de 2003 a rede Walmart, a maior rede de varejo da época, incentivaram o uso da tecnologia, fato que obrigou seus fornecedores a adotarem o mesmo processo. Após o Walmart abrir caminho para o RFID, outras grandes empresas tomaram a mesma ação como: Gillete, Target e Protector & Gamble (PASSARETTI, 2008) [17].

No Brasil, essa tecnologia chegou por meio das multinacionais, sendo utilizada primeiramente na rastreabilidade de produtos eletrônicos devido a seu alto valor agregado. Outra aplicação foi o sistema eletrônico de pedágio criado pelo Serviços e Tecnologia de Pagamentos (STP), o Sem Parar®, que permite a passagem e cobrança automática dos veículos cadastrados em seu sistema ao passarem pelas cancelas, abrindo caminho para outras adoções do sistema no país (TURCO; CORBÓ; SENA, 2012)[22]. Desde então essa tecnologia ganhou um leque de utilizações devido sua versatilidade em diversos setores. A tabela 1.1 serve para exemplificar algumas de suas centenas de utilizações desde sua criação.

Exemplificação
Gerenciamento de Tráfego
Controle de livros em bibliotecas
Automatização de estacionamentos
Controle de acesso
Liberação de cancelas (Pedágios)
Controle de estoques
Automatização residencial
Prevenção de furto de produtos

Tabela 1.1: Aplicações RFID

1.2 Objetivo Geral

Tendo em vista o desafio em aumentar a eficiência e reduzir os custos das organizações públicas, o projeto tem a função de propor um sistema de coleta de dados dos materiais ou ferramentas existentes em um determinado raio de ação do equipamento utilizando a tecnologia RFID, sem a necessidade de fios condutores.

Portanto com o investimento em tecnologias emergentes, por exemplo a RFID, será possível o monitoramento em tempo real de todos os depósitos dos quartéis do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) e em caso de uma situação crítica esses dados continuam sendo confiáveis e serão conferidos em tempo real.

1.3 Objetivo Específico

A ideia é usar o sistema desenvolvido para dar início ao projeto pioneiro no 37º Grupamento de Bombeiro Militar (GBM), localizado em Samambaia Norte. Em seguida, expandir para as demais áreas, empresas ou comércios que possam precisar desse recurso para facilitar a conferência, reduzir erros e ter um controle de estoque mais fidedigno e em tempo real.

É válido lembrar que o tempo médio para conferência de todos os materiais existentes em uma viatura ou nos depósitos dos quartéis de pequeno porte duram cerca de uma hora, tempo o qual poderia ser revertido em outras atividades ou treinamentos. Esse trabalho possui o intuito de reduzir o tempo para cerca dez à vinte segundos e com possibilidades de erros computacionais aproximadamente a zero.

1.4 Metodologia

Identificação por Radiofrequência (RFID - Radio Frequency Identification) é uma tecnologia que utiliza ondas de rádio na transmissão de dados de um dispositivo móvel para um leitor (PRATA, 2008) [18]. Este dispositivo móvel, na forma de uma simples TAG, é um hardware composto basicamente por uma antena e um chip os quais responderão a sinais gerados por um leitor ou emitirão seu próprio sinal (SANTINI, 2008). [20]

A abordagem ao projeto foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica a partir de artigos e dissertações armazenadas no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Outra fonte utilizada são os artigos da revista *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) e ideias de empresas que já utilizam essa tecnologia no mercado como a Intermec.

Após essa pesquisa teórica foi iniciada a parte prática, o desenvolvimento do hardware e do software. Logo, foi necessário a aquisição de uma placa Arduino Uno, dois led's de sinalização, uma protoboard, jumper's e um módulo leitor juntamente com cartões específicos RFID. Para tanto realizou-se uma busca pelo menor custo com intuito de que o projeto seja duradouro no quesito viabilidade, praticidade e agilidade. No quesito software foram utilizadas as ferramentas: Netbeans 8.1, banco de dados MySql Workbench e o framework Arduino para programação da placa. Depois da elaboração e configuração desse projeto realizou-se testes aplicando a tecnologia nos equipamentos da corporação, mediante autorização do Comandante da unidade.

A não homogenização dos sistemas utilizados nos quartéis dificulta a integração do sistema RFID com a infra-estrutura de tecnologia da informação (TI) já existente nos GBM. Portanto, o projeto foi desenvolvido em plataforma JAVA que possibilita a compatibilidade por meio de sua máquina virtual disponível para diversos sistemas operacionais.

Capítulo 2

Tecnologia RFID

O Identificação por Radiofrequência (RFID) utiliza faixas eletromagnéticas de alta ou baixa frequência para transmitir e armazenar informações em um micro-circuito sem a necessidade de contato visual ou interação com os itens. Este circuito pode ser chamado de RFID TAG, transponder, etiqueta inteligente/eletrônica ou simplesmente TAG.

2.1 Descrição do Sistema RFID

Conforme a AfixGraf [9], que desenvolve e fabrica alguns componentes RFID, o sistema que utiliza a tecnologia RFID obrigatoriamente deve possuir como componentes principais os leitores/receptores de frequência, TAG's que emitam determinada rádio frequência e o middleware.

Os componentes principais para o bom funcionamento do RFID é descrito na Figura 2.1. O primeiro passo é a fixação das TAGs nos objetos a serem cadastrados, após essa etapa o leitor ficará responsável por averiguar os dispositivos existentes dentro do raio de alcance e os identificará para que a comunicação seja iniciada, em um único sentido ou bidirecionalmente. O ultimo passo é a manipulação dos dados coletados pelo leito no software desenvolvido[9].

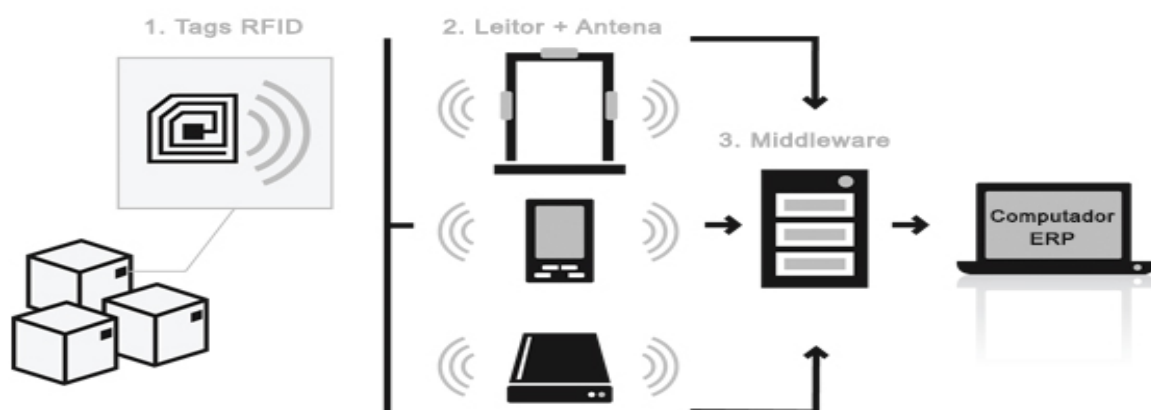
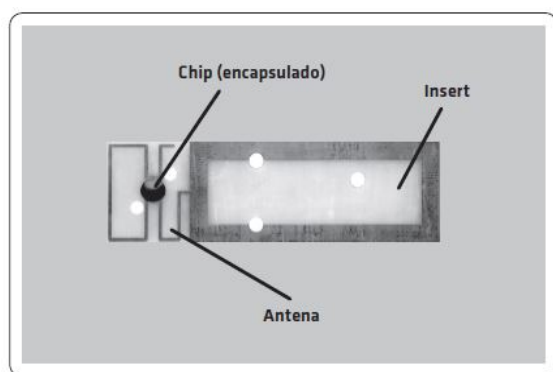


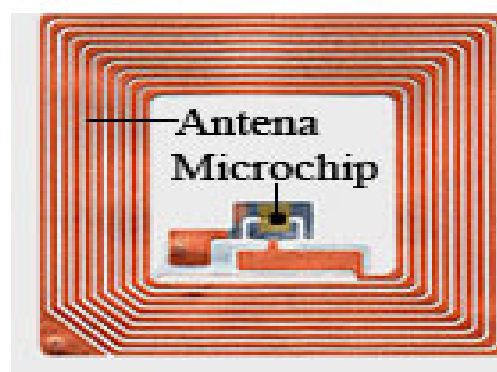
Figura 2.1: Descrição do Sistema RFID. Fonte: <http://www.afixgraf.com.br/rfid>
Acessado em 11/10/2016

2.1.1 TAGs RFID

As TAGs RFID (Figura 2.2a) podem ser desenvolvidas em diversos formatos e tamanhos, como por exemplo: cartões, papéis, chaveiros, TAGs plásticas, pastilhas, entre outros e podem ser protegidos para aumentar sua durabilidade sem interferir na transmissão da frequência por materiais como plástico, vidro, coberturas acrílicas e etc.



(a) Componentes básicos[6]



(b) Acabamento de uma TAG [4]

Figura 2.2: Visão arquitetural de uma TAG

Segundo o fabricante de TAGs RFID (INTERMEC, 2007)[6], elas são compostas por dois elementos básicos: uma antena responsável pela transmissão e recepção da radiofrequência e um chip para armazenar as informações necessárias (Figura 2.2b). Em seguida, são encapsuladas em um outro tipo de material para dar o acabamento na peça. Este acabamento varia conforme as diversas condições ambientais. Dessa maneira o ma-

terial pode ser pequeno como um grão de arroz, grandes, finos ou flexíveis suficiente para que possam ser acoplados em uma fita adesiva.

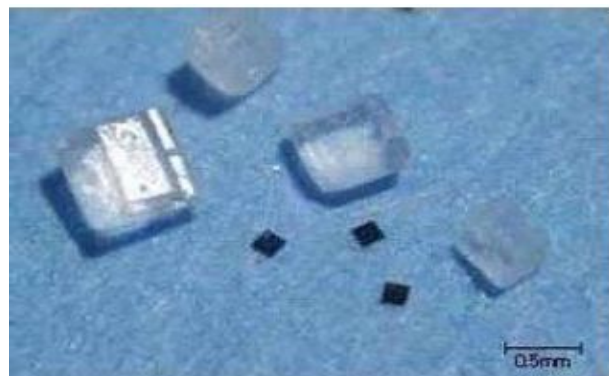
As TAGs são divididas em duas categorias, TAGs ativas e passivas, sendo a principal diferença entre essas duas modalidades a disponibilidade de fonte de energia.

TAGs Passivas

Para (DOBKIN, 2005) [1], a maioria das TAGs passivas são somente do tipo leitura e não possuem fonte de energia própria, sendo sua operação realizada através da captação de campos eletromagnéticos, emitidos pelas antenas, que realizam sua ativação. Elas podem ser tão pequenas como 0,15 milímetros, conforme a Figura 2.3b fabricados pela empresa Hitachi ¹ ou tão grande como um cartão, dependendo em grande parte do tamanho de sua antena instalada internamente como demonstra a Figura 2.3a. Sua vida é quase ilimitada, pois essas TAGs são reativadas anos após fabricadas. Geralmente utilizada na identificação de objetos devido ao baixo custo por unidade. As TAGs RFID são fixadas nos produtos ou objetos como se fosse um documento de identidade, um cadastro único.



(a) TAG Passiva.
Fonte: <http://flashcard.inf.br/artigos/rfid/rfid-o-que-e/> Acessado em: 08/10/2016



(b) MicroChip Hitachi comparados á grãos de sal.
Fonte: www.hitachi.com/New/cnews/060206.html Acessado em: 08/10/2016

Figura 2.3: Exemplos de TAGs existentes no mercado.

TAGs Ativas

As TAGs ativas são alimentadas por baterias internas e são capazes de prover sua própria operação possibilitando assim o processo de leitura e escrita. Emitem um sinal de

¹O chip da Hitachi é capaz de transmitir 128 bits em um único número de ID. Essa tecnologia já foi utilizada em mais de 22 milhões de TAGs somente em 2005 possuindo um registro de desempenho de nenhuma falsificação confirmada e incidência e 0,001 % de incidência de erro de reconhecimento de TAG.
Fonte: www.hitachi.com/New/cnews/060206.html

rádio constante e de maior alcance quando comparada com a passiva, além de proporcionar espaço de memória para armazenamento de informações. Devido essas vantagens seu custo é mais elevado (ROSA, 2006) [19].

Comparativo entre TAGs

A *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) reconheceu a existência de diversas vantagens e desvantagens com relação ao uso das TAGs ativas ou passivas. A partir destes dois tópicos é possível identificar e analisar a melhor tecnologia a ser utilizada pelo CBMDF. Nessa comparação foram utilizados cinco aspectos em comum as duas TAGs: intensidade do sinal; início da comunicação; distância do leitor; sensores no ambiente; e leitura e gravação (OECD, 2008) [16].

No primeiro item, é possível que o sinal varie entre baixa e alta intensidade. As TAGs ativas podem receber sinais de baixa intensidade e retornar sinais ao leitor com grande intensidade. Em contrapartida, as TAGs passivas necessitam de um sinal mais forte do leitor, cerca de até 1.000 vezes a mais com relação a TAG anterior e seu retorno é considerado de baixa intensidade.

No que se refere ao início da comunicação, segundo tópico da análise, as TAGs passivas exigem que o leitor seja o primeiro a enviar uma solicitação para se comunicar, já as ativas podem ser programadas para iniciarem a comunicação, devido ao fato de possuírem uma bateria interna e maior intensidade em seu sinal.

O terceiro item é sobre a distância do leitor, na qual podem ser curtas ou mais longas. A distância de leitura para as TAGs passivas é bem mais curta com relação as ativas. As passivas podem ser lidas desde alguns centímetros de distância até alguns metros, no entanto as TAGs ativas podem ser detectadas à centenas de metros. As leituras dependem de diversos fatores que incluem desde o tipo de antena até condições meteorológicas. Para duplicar a distância de leitura de uma TAG passiva é utilizado 16 vezes mais energia que a emitida pelo leitor inicialmente. Na realização do mesmo procedimento em uma TAG ativa é necessário apenas quatro vezes mais potência, pois elas já possuem uma bateria interna sendo utilizada.

Outro aspecto são os sensores no ambiente, isto é, as TAGs RFID podem ser associadas à sensores presentes em locais específicos, pré selecionados para monitoramento. Em contrapartida, as TAGs passivas só podem usar os sensores quando um leitor envia um sinal, contudo há possibilidade de monitorar continuamente a presença do campo eletromagnético emitido pelo sensor e armazenar dados como hora e data da solicitação do sensor e enviá-los para o leitor quando solicitado.

Leitura e gravação é o quinto item comparado entre as duas TAGs, ou seja, as duas possuem essa tecnologia disponível. Contudo as restrições, geralmente, limitam os re-

curso de processamento de dados para as TAGs passivas que geralmente não possuem grande espaço de armazenamento devido seu baixo custo. Por outro lado temos as TAGs ativas que possuem um poder de armazenamento maior, que aceita a incorporação de protocolos mais robustos que limitam, por exemplo, os erros de transmissão.

Após a comparação dos itens de vantagens e desvantagens das duas TAGs, evidenciado na tabela 2.1, a melhor escolha para utilizar neste projeto seria a TAG ativa, por causa das suas características se sobressair as da passiva. Porém ao avaliar os gastos entre as duas foi escolhido a TAG passiva devido seu custo-benefício.

	TAGs Passivas	TAGs Ativas
Necessidade de Bateria	Não	Sim
Fonte de Energia	Energia emitida pelo leitor	Energia interna
Disponibilidade	Somente dentro do alcance do leitor	Contínuo
Potência necessária do leitor	Alta, pois alimenta a TAG	Baixa, apenas para transportar informações
Vida Útil	Muito longa	Limitada, relacionada a estratégia de economia de energia
Tamanho usual	Pequena	Grande
Capacidade de leitura	-Coleta centenas de TAGs a uma distância de 3 metros com um único leitor. -Coleta até 20 TAGs se movendo a 20km/h ou mais lento.	-Coleta milhares de TAGs em uma área de 28 mil km com um único leitor. -Coleta até 20 TAGs se movendo a mais 160 km/h.
Registros	Capaz de ler e transferir informações. Somente quando a TAG é alimentada pelo leitor. Sem registro de data/hora.	Monitora o registro de atividades, entrada e saída de dados como data/hora.
Armazenamento de dados	Pequeno espaço de memória para leitura/gravação (Bytes)	Espaço maior para leitura/gravação (KBytes). Possui ainda recurso que auxilia na busca de dados.

Tabela 2.1: Diferença entre as tecnologias das TAGs passivas e ativas [16]

2.1.2 Leitor

Conhecidos também como "interrogadores", os leitores são os dispositivos responsáveis pelas leituras tanto das TAGs passivas quanto ativas, e por iniciar a comunicação através da emissão de frequências de rádio, que funcionam como um botão de "liga e desliga" para as TAGs passivas [17].

As frequências são transmitidas em várias direções e sentidos por meio de uma antena, que será responsável por emitir e coletar informações entre o leitor e a TAG, sendo seu alcance determinado pela antena que emitiu e pela frequência desse sinal. Para que a informação não seja comprometida ou interceptada durante seu deslocamento os leitores de RFID operam seus dados sobre um fluxo criptografado. Ao receber esse sinal emitido pelo leitor, a TAG responde informando o conteúdo armazenado em sua memória. Devido a versatilidade das ondas de rádio o leitor poderá operar mesmo através de materiais como plástico, madeira, papéis e outros materiais que não conseguem impedir a propagação das ondas eletromagnéticas [6].

De acordo com a empresa Intermec, fabricante de leitores RFID [6], os leitores de RFID são compostos por módulos de radiofrequência (transmissor e receptor), uma unidade de processamento dos dados, uma antena de detecção e envio de sinais e uma interface física para comunicação com o banco de dados. Os leitores são utilizados de duas maneiras distintas: emitindo um sinal permanente o que possibilita o rastreamento de qualquer elemento que possa ser ativado por um sinal externo ou ser acionado por um evento seletivo como um operador que realiza a leitura apenas no momento desejado, reduzindo assim o consumo de energia.

Os tamanhos e tipos de leitores dependem de muitos parâmetros e variam, em seu tamanho, desde leitores portáteis (Figura 2.4.c) até computadores pessoais (Figura 2.4.a), estando presente em *Global Positioning System* (GPS), que aumenta a capacidade e conectividade com sistemas em rede, favorecendo assim a localização e monitoramento desses aparelhos.



(a) Leitor Portátil marca: Intermec Fonte: <https://goo.gl/m1Ob6A>
 (b) Leitor Fixo marca: Intermec Fonte: <https://goo.gl/xdeGHo>
 (c) Leitor Portátil marca: Micro-til marca: Micro-til Fonte: <https://goo.gl/uty4OS>

Figura 2.4: Leitores RFID

2.1.3 Middleware

É o software desenvolvido para viabilizar a comunicação entre o hardware e o usuário, na qual, possui a função de gerenciamento dos dados coletados pela antena, ou seja, recebe esses dados e os manipula para que sejam entendíveis e acessíveis por todos os usuários do sistema. Além disso, o middleware é uma classe específica de software capaz de oferecer diversas funcionalidades tais como: adequação e filtragem dos dados à estrutura necessária e eliminação de redundância de dados de maneira a manter a confiabilidade destes (RFID JOURNAL, 2010) [8].

Segundo o periódico RFID Journal (2010) [8], existem três principais funções para o middleware de um RFID: filtragem; integração de dispositivos; e aplicação de alimentação. A filtragem é eliminação da redundância de dados ou lixo capturado pelo dispositivo leitor, que pode resultar de diversas fontes tais como interferência nas ondas de rádio ou uma TAG que tenha seu sinal lido constantemente junto com as demais (GRAMPES, 2010) [3].

A segunda característica, integração de dispositivos, é responsável por comunicar todos os dispositivos necessários para o funcionamento correto do mecanismo, fazendo com que seus protocolos possam se comunicar e interpretar os diferentes tipos de dados. A aplicação de alimentação é a terceira função, sendo responsável por selecionar as informações necessárias solicitadas por cada tipo de dispositivo, fazendo com que o dispositivo que solicitou determinada informação a receba adequadamente com todas as conversões.

Atualmente o middleware pode ser utilizado independentemente em cada uma de suas instalações em que os leitores RFID são utilizados e integrados em um sistema central

de informações. Essas soluções são conhecidas como "Edgeware", pois os softwares são implementados nas bordas do sistema.

2.2 Comunicação através das ondas eletromagnéticas

2.2.1 Faixas de Frequências Utilizadas

A frequência é o principal elo determinante do alcance, resistência, interferência e outros atributos de desempenho de uma tecnologia RFID. Esse sistema gera e irradia ondas eletromagnéticas, por isso são legalmente classificados como sistemas de rádio e necessitam de autorização da Agência das Telecomunicações (ANATEL) para seu funcionamento para que não interfira ou seja afetada por alguma frequência já existente.

Cada faixa de frequência tem suas vantagens e desvantagens devido ao tamanho da onda e da frequência, o que implica em alguns atributos de desempenho, por exemplo o alcance de sinal, sua qualidade, uso e resistência a interferência. No Brasil, a frequência padrão para dispositivos de identificação próximos (smart cards, bilhetagem, entre outros) é de 13.56MHz (SANTINI, 2008)[20].

2.2.2 Processo de comunicação

As TAGs são fixadas aos objetos e quando entram em um raio de atuação do leitor são ativadas por ondas de rádio frequência emitidas pelo próprio leitor através da antena. A TAG modula o sinal e envia um outro sinal de retorno com seus dados ao leitor, por conseguinte envia essas informações ao programa para tradução da informação (middleware).

As etapas do processo de funcionamento do sistema RFID realizados nesse projeto, com o uso de TAGs passivas, se iniciam com a fixação destas RFID aos materiais ou equipamentos a serem identificados. Quando essa TAG entra no campo de alcance do leitor, a TAG é ativada e esta modula o sinal retornando seus dados ao leitor RFID. Os dados passam para o computador principal e assim se comunica com software desenvolvido. Caso essas TAGs sejam do tipo programável, o aparelho leitor/gravador RFID pode, além de receber, escrever os dados na TAG. A responsabilidade de controlar o fluxo de dados entre o leitor e as TAGs é do middleware. É importante lembrar que esse software pode estar conectado à internet e divulgar suas informações para diversos gestores que tenham acesso aquele dispositivo.

2.3 Aplicações RFID

Existem várias finalidades proporcionadas pela tecnologia RFID, na qual, permite aos seus usuários recolher, distribuir, armazenar e analisar informações sobre objetos registrados, nomeando-os no inventário juntamente com sua localização, o que facilita o processo de trabalho. Devido essa grande possibilidade de funções, que tendem a crescer em ritmo acelerado, incita as instituições públicas à aderirem essa demanda.

Em comparação com outras tecnologias de identificação, por exemplo os códigos de barra, a tecnologia RFID possibilita ao usuário transpor determinados limites estipulados como armazenar informações no próprio produto ao invés de deixá-las concentradas apenas no sistema. Esse fato é explorado para armazenar uma quantidade significativa de dados sobre uma TAG e não sobre a rede, possibilitando que essa informação esteja disponível ou não para qualquer destinatário do produto mesmo sem que haja conexão com a rede (OECD, 2007) [14].

A transmissão de dados sem a necessidade de contato permite que as operações sejam realizadas mais rapidamente, dessa maneira, um maior número de TAGs podem ser lidos em um curto período de tempo, aumentando a eficiência no processo de conferência de materiais. Além disso, o produto não necessita estar na linha de visão do leitor, facilitando a identificação quando os materiais estão desorganizados, com objetos dentro de caixas, ou seja, mesmo em locais de difícil acesso a leitura é possível ser realizada (OECD, 2007) [14].

Nos casos de utilização da leitura em grande escala devem ser aplicados a ISO/IEC 18000-3 [7] que estabelece protocolos anti-colisões, pois as TAGs emitem a mesma frequência e quando usadas em organizações ou empresas maiores podem ocasionar erros de leitura, ou seja, a ISO/IEC 18000-3 é dos mecanismos desenvolvidos que estabelece os parâmetros para evitar que as informações sejam distorcidas.

A maioria das aplicações do RFID estão em fase inicial de desenvolvimento, as próprias barreiras tecnológicas se tornam um empecilho para o avanço da RFID. Contudo, segundo (OECD,2007)[14]a maioria dos especialistas por eles entrevistados garantiram que as limitações de outras tecnologias não iriam interferir na comunicação RFID em cerca de poucos anos. Dessa maneira é importante conscientizar que as desvantagens discutidas abaixo são um problema atual porém serão superadas.

A falta de padrões tecnológicos associada a incerteza de atuais padrões são vistos por muitos especialistas como as principais barreiras à implementação do RFID. Mesmo com o desenvolvimento de diversos padrões e normas, alguns componentes dos sistemas RFID ainda não foram completamente desenvolvidos e ficam à critério dos seus utilizadores, dificultando assim a comunicação com processos externos.

Os problemas de interferência de rádio frequência e dificuldade de leitura em determinadas faixas de frequência são duas barreiras tecnológicas para o desenvolvimento do sistema. A interferência é preocupante no que tange a conferência incorreta de materiais, o que pode causar um grande transtorno para a equipe de serviço, uma vez que terão que fazer o processo manualmente.

As faixas de leitura do equipamento dependem da frequência de funcionamento das TAGs, salientando a importância que o sistema seja testado em diferentes sistemas com diferentes frequências. A razão para que as taxas de leituras se tornem insuficientes podem estar associados a presença de ruído na leitura ocasionado por outros equipamentos que operam na mesma faixa de frequência, ao alinhamento desfavorável das TAGs RFID com a antena e o leitor ou ainda colisões (na ausência de um protocolo anti-colisão).

2.4 Desafios Tecnológicos

Os desafios tecnológicos estão diretamente relacionados com as leis da físicas, como é o caso da interferência, que embora as ondas de rádio permitam a transposição da maioria dos materiais, a associação de diferentes materiais com as barreiras do ambiente podem se tornar uma problemática na implementação do sistema RFID. Nessa situação, a solução plausível é gerenciar as possíveis adversidades OECD (2006) [13].

Conforme a OECD (2006) [13] existem diversas possibilidades de interferência, por exemplo o fato das TAGs e leitores fazerem comunicação bidirecional o que consequentemente acarretariam uma colisão de dados. Outra fonte de interferência é os sinais de dados emitidos por um leitor colidirem com os sinais enviados por outro leitor que estejam relativamente próximos (colisão leitor). Além disso, aparelhos com dispositivos wireless (tecnologia de comunicação sem fio), também são responsáveis por criarem um potencial de interferência eletromagnética nos dispositivos RFID.

Esses desafios geram um problema significativo de deterioração da precisão dos sistemas RFID, pois essa tecnologia ainda possui uma sensibilidade considerável com relação a outras tecnologias eletromagnéticas. A interferência potencial do RFID com uso de faixas determinadas de frequências deve ser levada em consideração. A definição de um padrão único utilizado por todas as indústrias é o ponto de início para o desbravamento do RFID.

Em sistemas críticos de segurança, outro desafio tecnológico que o RFID enfrenta é a inserção de funções criptográficas que onera o custo dos equipamentos e reduz a velocidade dos componentes. É importante lembrar que para esse trabalho o quesito sigilo das informações não oferece um custo benefício aceitável para se adotar criptografia nas TAGs do CBMDF, uma vez que o projeto proposto trata apenas de conferência de materiais.

Capítulo 3

Protótipo de Sistema de Conferência de Bens por RFID

A Identificação por Radiofrequência foi desenvolvida para ser utilizada nos quartéis do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), contudo para sua aplicação foram necessários mapeamentos de todo o processo de trabalho nos depósitos afim de que sua aplicação na conferência dos materiais e bens e o acesso à essas informações sejam realizados com mais praticidade.

3.1 Especificações Técnicas

Uma etiqueta ou TAG RFID anexada a um bem patrimonial, no lugar do código de barras ou outro identificador qualquer, pode ser usada para localizar este patrimônio em qualquer lugar. Assim, podem-se instalar antenas em vários locais de um prédio para que estas localizem objetos onde quer que estejam (NARCISO, 2008) [10]. Para que se torne viável seria necessário que os bens adquiridos pelo CBMDF, a partir desta data, fossem especificados na fase de licitação que o material contivesse a presença obrigatória de uma TAG RFID.

Esses materiais seriam catalogados para que a corporação conseguisse localizar e monitorar as necessidades de cada GBM. Então seriam necessárias obter informações como: "Qual quartel utiliza mais determinado material?", "Onde se localizam esses materiais?", "Quem são responsáveis pela carga?" e outras informações pertinentes às características do material. Para organizar melhor essa variedade de aplicações e sugestões para futuras implementações a OECD (2008) [15] sugere seis campos principais de uso: utilização em ativos; monitoramento e manutenção de ativos; controle de fluxo e localização; auditoria de inventário; controle de furto; e exibição automática de informações.

No primeiro item os móveis ativos são etiquetados para seu uso ao longo da sua cadeia de suprimentos. Exemplos práticos seriam materiais e ferramentas armazenados em depósitos e em viaturas, assim como inventário do mobiliário dos quartéis, tendo como objetivo otimizar processos de conferência e uso mais eficiente da capacidade de cada material.

No monitoramento e manutenção de ativos, segundo campo, pode ser entendido como primordial, devido ao alto valor dos ativos adquiridos pela corporação é importante armazenar informações sobre manutenção e utilização destes equipamentos de maneira à garantir a conservação e substituição de peças no tempo correto evitando assim um gasto desnecessário com manutenções fora de prazo.

De acordo com o terceiro tópico, controle de fluxo e localização, para aumentar o controle das permutas e empréstimos de equipamentos entre as unidades, facilitando a localização imediata de cada equipamento. No quarto campo, auditoria de inventário, a tecnologia RFID possui fácil auditabilidade, que oferece aos gestores confirmarem as informações armazenadas e o funcionamento do sistema.

O controle de furto, quinto item, tem sua aplicação prática nos depósitos como os da corporação, as TAGs podem evitar pequenos furtos de materiais, fazendo com que cada equipamento que se ausente do depósito tenha que passar primeiramente pelo sistema de gerenciamento para catalogar o destino e desativar os alarmes existentes. Exibição automática é o último campo, na qual, o sistema busca proporcionar aos militares uma facilidade maior na busca de informações sobre o produto. Com o TAG do produto seria possível acessar diretamente seu manual cadastrado no sistema.

A disponibilidade da tecnologia RFID se torna uma barreira quando tratamos de produção em larga escala. A nível do CBMDF, não teríamos problemas durante a aquisição, porém devido à falta de padrões de alguns protocolos as empresas fabricantes evitam a produção em larga escala para que seus sistemas não fiquem desatualizados, o que acarretaria em prejuízos quando um comprador decidir inserir uma nova característica ao produto. Na prática, para aquisição dos componentes de um sistema RFID é necessário fazer uma extensa pesquisa de verificação elencando quais empresas fornecem cada um dos componentes dessa tecnologia.

A falta de pré-condições tecnológicas em alguns quartéis específicos, por exemplo, a ausência de computadores dentro dos depósitos e de capacitação profissional para lidar com o sistema RFID dificulta a inserção dessa tecnologia no CBMDF, fato que pode ser facilmente contornado com o devido treinamento e aquisição de computadores.

Para aquisição dos equipamentos foi feita uma busca pelo menor custo para que o projeto seja duradouro no quesito viabilidade, praticidade e agilidade. Inicialmente para esse estudo utilizaremos um kit para a concretização do projeto que possuirá na parte de

Software:

1. Banco de Dados Mysql
2. NetBeas IDE 8.1 JAVA
3. Framework Arduino

E na parte de Hardware:



(a) Microcontrolador Arduino Uno R3 (b) Módulo leitor e gravador RFID (c) Cartão e TAG RFID

Figura 3.1: Componentes necessários para a utilização da Identificação por Radiofrequência (RFID) Fonte: Fotografia dos itens adquiridos para o projeto

3.1.1 Hardware

Para o correto funcionamento do projeto é necessário configurar o leitor RFID com a placa Arduino corretamente conforme a tabela 3.2. Vale ressaltar que a placa possui uma memória interna que armazena a programação realizada, sem a necessidade de ser reprogramada a cada utilização.

Pino Leitor RC522	Pino do Arduino Uno
RESET	9
SS	10
MOSI	11
MISO	12
SCK	13
3.3 V	3.3 V

Tabela 3.1: Conexão da pinagem do hardware

Com o propósito de facilitar o desenvolvimento do sistema, o hardware foi montado utilizando macro componentes, que pode ter seu tamanho consideravelmente reduzido em uma próxima versão. Utilizando os elementos arquiteturais apresentados nos capítulos anteriores, elaborou-se um protótipo constituído de dois componentes principais - Placa Arduino Uno e leitor RFID.

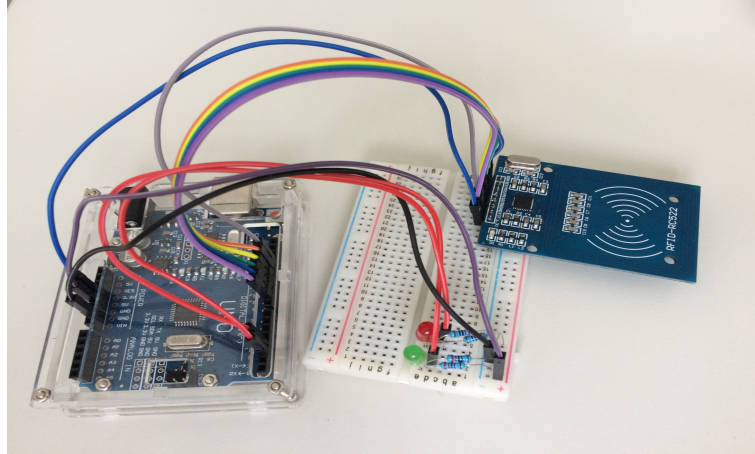


Figura 3.2: Protótipo desenvolvido

3.1.2 Software

A linguagem Java foi estabelecida como linguagem principal para o desenvolvimento dessa aplicação em função de ser uma linguagem de código aberto. Esse protótipo é constituído por seis elementos, a linguagem java, as bibliotecas básicas, a estrutura dos arquivos .class, o banco de dados e os arquivos dll's necessários para o correto funcionamento.

3.2 Avaliação Financeira

Os benefícios da utilização de qualquer tecnologia é extremamente complexo de ser quantificado porém, qualquer avaliação financeira necessita contemplar, estimar e comparar os custos totais do projeto em questão. Com base na Tabela 3.2 podemos considerar insignificante o custo de implementação em diversas unidades do CBMDF.

Quantidade Adquirida	Quantidade Utilizada	Produto	Valor (R\$)
1	1	Leitor RFID RC522	19,00
1	1	Placa Arduino Uno	25,90
1	1	Protoboard	11,00
50	2	Leds	9,90
20	2	Resistor 200 kOhm	2,90
2	2	TAGs RFID	5,90
Valor Total			74,60

Tabela 3.2: Relatório Financeiro

3.3 Manual do projeto desenvolvido

Este capítulo apresenta um manual de funcionamento do projeto em questão, que é voltado para o controle de estoque nas unidades do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). Apresentando funcionalidades necessárias como de cadastro de usuários e materiais em depósito, assim como seus respectivos relatórios.

3.3.1 Instalação

A instalação consiste em instalar a versão do Java JRE 1.8 (ou superior) disponível no site da Oracle para download e adicionar os arquivos "rxtxParallel.dll" e "rxtxSerial.dll" na pasta lib após a instalação do JRE. Após esse procedimento basta executar o arquivo .jar disponibilizado.

3.3.2 Inicialização

A primeira tela (Figura 3.3) do programa solicita um login e uma senha que devem ser previamente cadastradas pelos administradores. O login será realizado com a matrícula do usuário, devido ao fato de cada usuário possuir uma inscrição exclusiva. Após esse cadastro é possível o acesso ao sistema pela tela inicial (Figura 3.4).



Figura 3.3: Tela Login

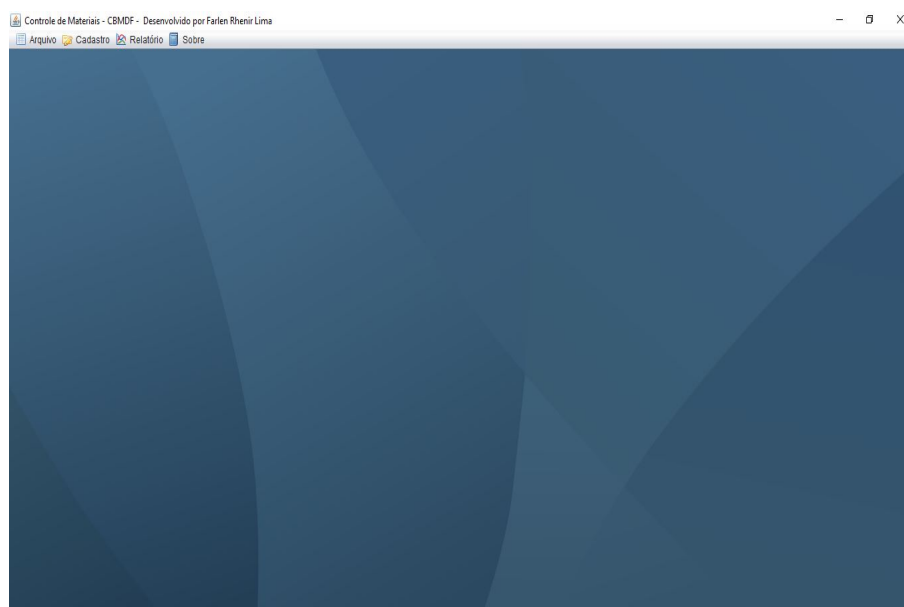


Figura 3.4: Tela inicial

3.3.3 Cadastro de Materiais

Todos os usuários tem acesso cadastro de materiais, que deve ser feito inserindo obrigatoriamente os campos Nome, Quantidade, Quartel e um código RFID, lembrando que a única maneira de inserção é por meio do hardware contendo a leitora e conectada ao computador com um cabo *Universal Serial Bus* (USB) como demonstra a figura 3.5.

A imagem mostra uma interface gráfica de usuário para o cadastro de materiais. A janela principal é intitulada "Dados do Material" e possui uma barra de título com os ícones padrão de uma aplicação Windows. O formulário é dividido em seções para entrada de dados:

- Nome:** Um campo de texto único.
- Quantidade:** Um campo de texto único.
- Código:** Um campo de texto único.
- Quartel:** Um menu suspenso com a opção "37° GBM" selecionada.
- Observações:** Um campo de texto único.
- Salvar:** Um botão para salvar os dados.

Figura 3.5: Cadastro de Materiais

3.3.4 Cadastro de Usuários

O cadastro de usuários deve ser restrito aos administradores existentes e deve ser realizado inserindo Nome, Matrícula, Função e Senha. Na confirmação da Senha os dois campos são comparados para auxiliar o usuário a não cadastrar uma senha incorretamente exemplificado na Figura 3.6.

Cadastro de Usuários

Nome:

Matricula Função

Senha:

Confirmar Senha:

Figura 3.6: Cadastro de Usuários

3.3.5 Relatórios de Materiais

Os relatórios dos materiais cadastrados no sistema são gerados por um aplicativo externo denominado JasperViewer (Figura 3.8) que já está incorporado a este projeto e podem ser gerados por qualquer usuário.

Os relatórios podem ser gerados de três maneiras diferentes, podendo ser um relatório geral contendo todos os equipamentos cadastrados; um relatório com filtro nome, relacionando assim todos os equipamentos descritos no campo apropriado ou ainda podem ser relacionados todos os equipamentos de determinada unidade do CBMDF conforme Figura 3.7.



Figura 3.7: Relatório de Materiais

Id_Produto	Codigo_RFID	Data	Quantidade	Nome	Quartel	Obs
1	407f1b2b	30/11/16 14:23	30.0	Mangueira 2" 1/2	37° GBM	Ok
2	b69e2d3	30/11/16 14:31	50.0	Mangueira 1" 1/2	37° GBM	Novas
3	407f1b2b	30/11/16 14:33	10.0	Esguicho 1" 1/2	37° GBM	Danificados
4	407f1b2b	30/11/16 14:54	6.0	Chave de mangueira	1° GBM	Ok
6	407f1b2b	30/11/16 14:58	10.0	Chave de Mangueira	37° GBM	OK
8	b69e2d3	30/11/16 19:40	1.0	machado	2° GBM	Quebrados
9	407f1b2b	01/12/16 19:01	100.0	Corda 11mm	37° GBM	NOVA

Figura 3.8: Relatório de Materiais em PDF

3.3.6 Relatórios de Usuários

Esse relatório foi desenvolvido para controle de acesso e até para exclusão do cadastro de algum usuário pelo administrador (Figura 3.9). É importante salientar que todos os relatórios fornecem a data que foram gerados para que na haja possíveis enganos e que os relatórios de usuário não fornecem senha cadastrada por medida de segurança individual (Figura 3.10).



Figura 3.9: Relatório de Usuários

Matricula	Nome	Função
2036611	Farlen	Administrador
2036610	Carlos	Dia ao Depósito
2034578	Ana	Dia ao Depósito
2031245	Bruna	Dia ao Depósito
1401920	Lino	Dia à Prontidão
2036610	Joao	Administrador
2036612	Bruna Mesquita	Dia à Prontidão
2036613	Carlito Lima	Dia ao Depósito

Figura 3.10: Relatório de Usuários em PDF

Capítulo 4

Conclusão

O protótipo desenvolvido é um instrumento eficaz que trará bons resultados para o gerenciamento dos depósitos do CBMDF, devido a facilidade de manipulação pelo usuário e pela forma como o sistema foi estruturado. Isto é, o contexto no qual a tecnologia RFID foi implementada é caracterizado por diversos problemas no controle de informações dos materiais, portanto o protótipo foi configurado conforme as demandas do CBMDF, afim de auxiliar os profissionais durante o gerenciamento e consequentemente alcançar os objetivos estabelecidos.

A utilização da RFID no CBMDF consumirá menos tempo e gera diminuição dos gastos para acesso às informações, registro de materiais e de recursos humanos. Além disso, a aplicação dessa tecnologia aumenta a precisão na conferência de materiais mantendo-as sempre atualizadas. Portanto o uso do sistema de RFID é indicado para o CBMDF principalmente devido seu custo benefício.

Em uma segunda abordagem desse trabalho será sugerido ao Comandante Geral do CBMDF que efetive a RFID em outros quartéis, fato que demandaria tempo, pois envolve o cadastro de todos os bens e materiais da unidade, a compra dos componentes do sistema, configuração do protótipo e a adaptação para essa nova dinâmica de trabalho. Além de expandir o uso do sistema para outros quartéis do CBMDF, seria de grande relevância a ampliação tanto para outras organizações e empresas públicas quanto para as privadas, nas quais poderiam usufruir dos benefícios dessa tecnologia, modernizando o gerenciamento e facilitando a fiscalização de seus produtos.

4.1 Projeto para o Futuro

Embora o projeto inicial esteja focado no desenvolvimento de conferência e cadastro de materiais a tendencia é que as instituições busquem a utilização do RFID em aplicações cada vez mais específicas onde o retorno sobre o investimento pode ser notado a curto

prazo (OECD, 2006) [13]. Dentre essas aplicações estão inclusas a detecção de furto de materiais, localização de ativos, acompanhamento detalhado de cada manutenção do equipamento e confecção do inventário local a nível de cada quartel e global de todos os materiais da corporação. Já existem no mercado TAGs RFID que possibilitam o monitoramento da variação de temperatura (TONON, 2013) [21].

Outra proposta interessante, a ser desenvolvida, é que atualmente o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal não possui os dados individuais de cada militar que adentra em um incêndio de grandes proporções. Estas informações são de grande valia uma vez que o tempo de atuação deve ser limitado por questões fisiológicas. Pensando nisso implementação de uma TAG RFID em cada Equipamento de Proteção Individual (EPI) do militar possibilitará o controle de tempo e temperatura dentro do sinistro. Esse controle na prática é realizado à mão, fato que possibilita erros nessa cronometragem e avaliação da temperatura que o combatente está exposto.

Referências

- [1] Daniel Mark. DOBKIN. A radio-oriented introduction to rfid—protocols, tags and applications. high frequency electronics, 2005. <https://goo.gl/DyJNh9> .Acessado em: 10 out 2016. 8
- [2] Hugo Miguel Cravo Gomes. Construção de um sistema de rfid com fins de localização especiais. 2007. Universidade de Aveiro. 2
- [3] Jorge Adriano. GRAMPES. Aplicabilidade da tecnologia rfid na rastreabilidade alimentar, 2010. 12
- [4] RVB Systems Group. Rfid system frequently asked questions. <http://www.barcode-solutions.com/rfid.shtml> - Acessado em: 25/09/2016. 7
- [5] Andrei Pedro Heckel. Identificação por rádiofrequencia (rfid) estudo teórico e experimentação via simulação. 2007. Centro Universitário de Feevale, Novo Hamburgo. 3
- [6] Technologies Corporation. INTERMEC. Fundamentos da rfid: Entendendo e usando a identificação por radiofreqüência, 2007. 7, 11
- [7] Information technology — Radio frequency identification for item management ISO 18000-3/2010. Standard, International Organization for Standardization - (ISO), November 2010. 14
- [8] RFID Journal. Rfid middleware: To embed or not to embed. <http://www.rfidjournal.com/articles/view?7723>, Jun. 2010. RFID Journal. 12
- [9] AfixGraf LTDA. Rfid: Soluções para identificação automática de dados. <http://www.afixgraf.com.br/rfid/> - Acessado em: 11/10/2016. 6
- [10] Marcelo Gonçalves Narciso. Aplicação da tecnologia da identificação por rádui-freqüência (rfid) para controle de bens patrimoniais pela web. *Global Science and Technology*, 1(1), 2008. 16
- [11] Zamith França NETO. Aplicação da tecnologia rfid para a gestão acadêmica, de pessoal e operacional de patrimônio e biblioteca, 2008. [Acessado]. 1
- [12] Cícero Casemiro da Costa Nogueira Filho e Luiz Felipe SCAVARDA. Tecnologia rfid aplicada à logística. *II Seminário de Logística e de Supply Chain. Organização–Mestrado Profissional em Logística. PUC-Rio. Anais ENEGEP*, 2005. 2, 3

- [13] OECD. Radio-frequency identification (rfid) - drivers, challenges and public policy considerations. *OECD Publishing*, 1(1):36, 2 2006. <http://dx.doi.org/10.1787/231551650432>. 15, 27
- [14] OECD. Radio frequency identification (rfid) implementation in germany. *OECD Publishing*, 1(1):71, 11 2007. <http://dx.doi.org/10.1787/230687544816>. 1, 14
- [15] OECD. Rfid applications, impacts and country initiatives. *OECD Publishing*, 1(1):28, 4 2008. <http://dx.doi.org/10.1787/230464075484>. 16
- [16] OECD. Rfid guidance and reports. *OECD Publishing*, 1(1):150, 6 2008. <http://dx.doi.org/10.1787/230334062186>. x, 9, 10
- [17] Caio Santi. PASSARETTI. Rfid - identificação por radiogrequência movendo-se para o futuro, 2008. Universidade de Brasília. 3, 11
- [18] Pedro Isidoro Prata. Sistemas de localização para ambientes interiores baseados em rfid. *Universidade de Aveiro, Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática*, 2008. 5
- [19] Luiz Antonio. ROSA. Aplicação do rfid na cadeia logística, 2006. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1, 9
- [20] Arthur.Gambin. Santini. *RFID - Radio Frequency Identification: conceitos aplicabilidades impactos*. Ciencia Moderna. 3, 5, 13
- [21] Matheus Tonon. Utilização de etiqueta rfid no motoramento de temperatura em câmaras frigoríficas. 2013. Centro Universitário Eurípedes de Marília – UNIVEM. 27
- [22] F.; SENA R.. TURCO, D.; CORBÓ. Na frequência certa. *Brasil em Código, [S.l.], v. 03*, 2005. Acesso em 30 de jun. 2016. 3